

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2005/2006  
*Second Semester Examination  
2005/2006 Academic Session*

April/Mei 2006  
*April/Mei 2006*

**ESA 242/3 – Termodinamik Aeroangkasa**  
*Aerospace Thermodynamics*

Masa : 3 jam  
*Duration : 3 hours*

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**  
**INSTRUCTION TO CANDIDATES**

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS (11)** mukasurat dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

*Please ensure that this paper contains **ELEVEN (11)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin examination.*

Jawab **LIMA** soalan.

*Answer **FIVE** questions only.*

Pelajar-pelajar dikehendaki menjawab soalan 1,2,3,4,5 dalam Bahasa Inggeris dan soalan 6,7,8 dalam Bahasa Malaysia.

*Student should answer questions 1, 2, 3, 4, 5 in English and questions 6, 7, 8 in Bahasa Malaysia*

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

*Each questions must begin from a new page.*

**Bahagian A. Pilih 2 dari 3 soalan****Part A. Select 2 from 3 problems**

1. (a) Diberikan gas dwiatomic Nitrogen  $N_2$  dengan keadaan tekanan  $p = 2.9 \text{ MPa}$  dan suhu  $T = 180 \text{ K}$ . Anggarkan isipadu tetentu gas ini mengikut tiga kaedah berbeza berikut:

*A given gas of Diatomic nitrogen  $N_2$  with pressure and temperature conditions are given as  $p = 2.9 \text{ MPa}$  and  $T = 180 \text{ K}$ . respectively. Estimate its specific volume for this gas with three different methods:*

- i. anggapan sebagai gas ideal  
*an ideal gas assumption,* (3 markah/marks)

- ii. menggunakan senarai "superheat"  
*use the superheat tables* (3 markah/marks)

- iii. guna "compressibility chart"  
*use the generalized compressibility chart.* (3 markah/marks)

- (b) Gas Methane, ( $CH_4$ ), berada dengan pada tekanan  $p_1 = 400 \text{ kPa}$ , dan suhu  $T_1 = 300 \text{ K}$ . Gas dipadatkan secara isothermal ke tekanan  $p_2 = 1000 \text{ kPa}$ . Anggarkan kerja per unit jisim yang dilakukan oleh gas methane dengan menggunakan dua kaedah pendekatan untuk persamaan keadaan.

*Methane, ( $CH_4$ ), exists at  $p_1 = 400 \text{ kPa}$ ,  $T_1 = 300 \text{ K}$ . It is isothermally compressed to  $p_2 = 1000 \text{ kPa}$ . Estimate the work per unit mass done by the methane using two different approximations for the equation of state:*

- i. anggapan sebagai gas ideal  
*as ideal gas assumption,* (3 markah/marks)

- ii. guna senarai gas methane  
*use gas methane Table* (3 markah/marks)

- (c) Dua aliran bergabung membentuk aliran tunggal. Aliran pada keadaan 1 dengan halaju aliran  $1.5 \text{ kg/s}$  pada tekanan  $400 \text{ kPa}$  dan suhu  $T_1 = 200^\circ \text{C}$ , dan aliran kedua dengan tekanan  $p_2 = 500 \text{ kPa}$  dan suhu  $T_2 = 100^\circ \text{C}$ . Tentukan halaju jisim aliran kedua apabila gabungan aliran ini memiliki suhu  $T_3 = 150^\circ \text{C}$  dan tekanan  $p_3 = 300 \text{ kPa}$ .

*Two flows are mixed to form a single flow. The first Flow at state 1 is  $1.5 \text{ kg/s}$  with pressure condition at  $400 \text{ kPa}$  and temperature of  $200^\circ \text{C}$ , while the second flow at state 2 is at  $500 \text{ kPa}$  and  $100^\circ \text{C}$ . Determine the mass flow rate for the state 2 if the combined flow has a condition with temperature  $T_3 = 150^\circ \text{C}$  and the pressure  $p_3 = 300 \text{ kPa}$ ?*

**(5 markah/marks)**

- (d) Terangkan istilah berikut mengikut pengertian termodinamik:

- sistem
- sempadan
- ciri-iri intensif

*Explain the following term from the thermodynamics point of view:*

- *system*
- *boundary*
- *intensive properties*

**(5 markah/marks)**



2. (a) Pertimbangkan satu susunan piston – silinder yang mengandungi cecair-gas  $H_2O$  dengan jisim 0.1 kg pada tekanan  $p_1=100\text{kPa}$ , dan fraksi wap  $x_1=0.25$  didalam silinder. Pada awalnya piston berada dalam keadaan diam, dengan tekanan cecair yang dimiliki mengimbangi berat piston. Piston mempunyai jisim di mana apabila tekanan didalam silinder mencapai 500kPa, piston akan mulai mengapung. Cecair  $H_2O$  ini dipanaskan sehingga ia mencapai suhu  $300^\circ\text{C}$ .

*Consider a piston-cylinder arrangement in which contains  $H_2O$  with mass 0.1 kg at  $p_1=100\text{kPa}$ , and fraction of vapour  $x_1=0.25$  reside within the cylinder. Initially the piston rests on a set of stops, which along with the fluid pressure, provide a supporting force to balance the piston's weight. The piston has a mass such that when the pressure within the cylinder reaches 500kPa, the piston will begin to float. The  $H_2O$  is then heated until it reaches a temperature of  $300^\circ\text{C}$ .*

- i. Cari tekanan akhir  
*Find the final pressure.* (4 markah/marks)
- ii. Cari isipadu akhir silinder  
*Find the final volume of the cylinder.* (4 markah/marks)
- iii. Cari jumlah kerja yang dilakukan dalam proses ini  
*Find the total work done in the process.* (4 markah/marks)

- (b) Terangkan pada kondisi seperti apa persamaan berikut berlaku

*Explain under what conditions the following equations are applied :*

- i.  $pv = RT$  (2 markah/marks)
- ii.  $h = u + pv$  (2 markah/marks)
- iii.  $pv = \text{constan } t$  (2 markah/marks)
- iv.  $p v^r = \text{constan } t$  (2 markah/mark)

- (c) Terangkan kitaran enjin Carnot dan lakarkan gambarajah tekanan – isipadu serta terangkan mengapa kitaran ini menarik bagi jurutera.

*Describe the Carnot engine cycle and sketch it as a pressure volume diagram and explain why it is so interest to engineers.*

(5 markah/marks)

3. (a) Silinder dari enjin wap tolak balik mengandungi wap (super heated water) dengan suhu  $280^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 8 Bar. dan silinder tertutup semasa piston berada pada batas geraknya. Pada titik kitaran ini, isipadu dalam silinder =  $0.001\text{ m}^3$ , dan pergerakan piston menjadikan isipadu dalam meningkat sebanyak  $0.005\text{ m}^3$  dengan proses yang terjadi secara adiabatik sehingga tekanan menjadi 1.0 Bar. Dengan menggunakan jadual wap yang diberi, tentukan :

*The cylinder of a reciprocating steam engine is filled with steam (superheated water) of temperature  $280^{\circ}\text{C}$  to a pressure of 8 Bar and then closed whilst the piston is at the limit of its travel. At this point of the cycle, the internal volume of the cylinder is  $0.001\text{ m}^3$ . The subsequent motion of the piston sweeps out an additional volume of  $0.005\text{ m}^3$  allowing the steam adiabatically to pressure of 1.0 Bar. Using the table of steam provided, determine :*

- i. jisim wap di dalam silinder  
*the mass of the steam within the cylinder*  
(4 markah/marks)
- ii. suhu wap semasa dalam keadaan mengembang.  
*the temperature of the steam in its expanded state*  
(4 markah/marks)
- iii. Kerja yang dikenakan pada piston  
*the work done on the piston*  
(4 markah/marks)

- (b) Gas helium dalam silinder dengan isipadu 44 liter dan jisim 1.4 kg. Helium pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$ . Kirakan tekanan di dalam silinder.

*A gas helium inside cylinder with volume of 44 litres with mass 1.4 kg of helium at temperature of  $20^{\circ}\text{C}$ . Calculate the pressure within the cylinder*  
(4 markah/marks)

- (c) Sebuah silinder seperti dalam soalan 3(b) dilengkapi dengan pengatur dan digunakan untuk memberikan aliran mantap bagi helium sebanyak 10 liter seminit pada tekanan 2Bar dan disambung dengan sebuah radas di dalam makmal. Pada aliran mantap ini suhu helium tidak berubah dengan nyata setelah dikeluarkan dari silinder. Kirakan tekanan dalam silinder selepas 3 jam.

*The cylinder as described in problem no 3b. is fitted with a pressure regulator and used to supply a steady flow of 10 litres per minute of helium at a pressure of 2 Bar to a piece of apparatus in a laboratory. At this flow rate the temperature of the helium does not change significantly as its drawn from the cylinder. Calculate the pressure in the cylinder after a period of three hours.*

**(4 markah/marks)**

- (d) Silinder tersebut dinyahsambung dari radas dan dibawa keluar dari bilik. Selepas beberapa jam berada dalam matahari terik tekanan dalam silinder meningkat kepada 120 bar. Kirakan haba yang diserap oleh helium.

*The cylinder is now disconnected from the apparatus and taken out of doors. After several hours standing at hot sun the pressure in the cylinder has risen to 120 bar calculate the amount of heat has been absorbed by the helium.*

**(5 markah/marks)**



**BAHAGIAN B : SOALAN 4, 5, DAN 6 (PILIH 2 SOALAN SAHAJA).****PART B : QUESTION 4, 5, AND 6 (CHOOSE ONLY 2 QUESTIONS).**

4. Pada suatu hari di mana suhu diluar adalah  $5^{\circ}\text{C}$ , sebuah rumah memerlukan kadar pemindahan haba sebanyak 12 KW untuk mengekalkan suhu di dalam pada  $20^{\circ}\text{C}$ . Sebuah pam haba jenis penekanan-wap dengan Refrigerant 134a sebagai cecair bertugas akan digunakan untuk menghasilkan haba yang diperlukan. Cecair itu berada di dalam keadaan wap tepu di pintu keluar pengeluwap dan berada di dalam keadaan cecair tepu di pintu keluar kondenser.

*On a particular day when the outside temperature is  $5^{\circ}\text{C}$ , a house requires a heat transfer rate of 12 kW to maintain the inside temperature at  $20^{\circ}\text{C}$ . A vapor-compression heat pump with Refrigerant 134a as the working fluid is to be used to provide the necessary heating. The refrigerant is in the saturated vapor state at the evaporator exit and it is in the saturated liquid state at the condenser exit.*

- (a) Lukiskan gambarajah T-s (termasuk penunjuk-penunjuk pemindahan haba/kerja) dengan mengambilkira garisan-garisan tepu dan nyatakan tekanan-tekanan pengeluwap dan kondenser untuk kitaran ini.

*Draw the T-s diagram (including the heat/work transfer arrows) with respect to the saturation lines and specify the evaporator and condenser pressures for this cycle.*

**(5 markah/marks)**

- (b) Kirakan kadar aliran jisim cecair itu, dalam kg/min.

*Calculate the mass flow rate of refrigerant, in kg/min.*

**(8 markah/marks)**

- (c) Tentukan kuasa penekan, dalam kW.

*Determine the compressor power, in kW.*

**(4 markah/marks)**

- (d) Tentukan koefisien prestasi.

*Determine the coefficient of performance.*

**(4 markah/marks)**

Lakarkan gambarajah T-s untuk sebuah kitaran unggul penekanan-wap di mana pemindahan haba ke kawasan suam berlaku dengan cecair itu berada pada tekanan melampau (tunjukkan di mana pemindahan haba dan kerja berlaku semasa kitaran itu dan tunjukkan arahnya).

*Sketch a T-s diagram of an ideal vapor-compression refrigeration cycle in which the heat transfer to the warm region occurs with the working fluid at a supercritical pressure (show where the heat and work transfers occur during the cycle and show their directions).*

**(4markah/marks)**



5.

Sebuah stesen janakuasa stim beroperasi menggunakan kitaran ringkas unggul Rankine dan mempunyai hasil kuasa bersih 45 MW. Stim memasuki turbin pada 7 MPa dan 500°C dan disejukkan di dalam kondenser pada tekanan 10 kPa.

*A steam power plant operates on a simple ideal Rankine cycle and has a net power output of 45 MW. Steam enters the turbine at 7 MPa and 500°C and is cooled in the condenser at a pressure of 10 kPa.*

- (a) Tunjukkan kitaran dan penunjuk-penunjuk pemindahan haba/kerja di atas sebuah gambarajah T-s dengan mengambilkira garisan-garisan tepu.

*Show the cycle and heat/work transfer arrows on a T-s diagram with respect to saturation lines.*

**(3 markah/marks)**

- (b) Tentukan, di dalam kJ/kg, jumlah haba yang ditambah dan dikeluarkan, dan factor efisien termal untuk kitaran itu.

*Determine, in kJ/kg, the amount of heat added and heat rejected, and the thermal efficiency of the cycle.*

**(7 markah/marks)**

- (c) Kirakan kerja bersih (di dalam kJ/kg) dan kadar aliran jisim stim tersebut.

*Calculate the net work in (kJ/kg) and mass flow rate of the steam (3 marks).*

**(3 markah/marks)**

- (d) Jika kedua-dua turbin dan pam mempunyai faktor efisien isentropik bersamaan dengan 93%, kirakan hasil kuasa bersih sekiranya kadar aliran jisim kekal sama seperti di (c).

*If both the turbine and the pump have isentropic efficiencies of 93%, calculate the net power output when the mass flow rate remains the same as in (c).*

**(5 markah/marks)**

Terdapat banyak cara untuk meningkatkan faktor efisien termal sebuah kitaran Rankine. Terangkan dua cara untuk meningkatkan faktor efisien termal dan huraikan kelebihan dan/atau kekurangan kedua-dua cara itu. Tuliskan persamaan faktor efisien termal dan lukiskan gambarajah T-s untuk membantu anda menerangkan kedua-dua cara itu.

*There are many ways to increase the thermal efficiency of a Rankine cycle. Describe two methods how the thermal efficiency can be increased and discuss the advantages and/or the disadvantages of both methods. Write the thermal efficiency equation and draw the T-s diagram to help you explain both methods.*

**(7 markah/marks)**

6.

Sebuah enjin turpoprop mempunyai corong mencapah, penekan, pembakar, turbin, dan corong menirus (di dalam aturan yang betul). Turbin itu menjana sebuah kipas dan juga pembakar tersebut. Udara memasuki corong mencapah dengan kadar aliran isipadu bersamaan dengan  $83.7 \text{ m}^3/\text{s}$  pada  $40 \text{ kPa}$ ,  $240 \text{ K}$ , dan halaju  $180 \text{ m/s}$ , dan akhirnya menjadi perlahan kepada halaju kosong. Nisbah tekanan penekan tersebut adalah 10. Suhu masukan turbin adalah  $1140 \text{ K}$  dan faktor efisien isentropiknya adalah 85%. Tekanan keluar turbin adalah  $50 \text{ kPa}$ . Aliran melalui corong mencapah, penekan, dan corong menirus adalah isentropic. Gunakan anggapan umum-udara-sejuk untuk analisa anda.

*A turboprop engine consists of a diffuser, compressor, combustor, turbine, and nozzle (in the correct sequence). The turbine drives a propeller as well as the compressor. Air enters the diffuser with a volumetric flow rate of  $83.7 \text{ m}^3/\text{s}$  at  $40 \text{ kPa}$ ,  $240 \text{ K}$ , and a velocity of  $180 \text{ m/s}$ , and finally decelerates essentially to zero velocity. The compressor pressure ratio is 10. The turbine inlet temperature is  $1140 \text{ K}$  and its isentropic efficiency is 85%. The turbine exit pressure is  $50 \text{ kPa}$ . Flow through the diffuser, compressor, and nozzle is isentropic. Use the cold-air-standard assumption for your analysis.*

- (a) Lukiskan gambarajah skematik turboprop itu (termasuk di mana anda fikir kipas itu patut berada di dalam gambarajah tersebut) dan gambarajah T-s (dengan mengambilkira proses isentropic dan sebenar di penekan).

*Draw the schematic diagram of the turboprop (including where you think the propeller should be in the diagram) and the T-s diagram (considering the isentropic and actual process at the compressor).*

**(5 markah/marks)**

- (b) Kirakan suhu pada pintu masuk dan keluar penekan dan pada pintu keluar turbin.

*Calculate the temperature at the inlet and exit of compressor and at the turbine exit.*

**(8 markah/marks)**

- (c) Tentukan kuasa yang dihantar ke kipas, dalam MW.

*Determine the power delivered to the propeller, in MW.*

**(4 markah/marks)**

- (d) Tentukan halaju udara di pintu keluar corong menirus.

*Determine the velocity at the nozzle exit.*

**(3 markah/marks)**

- (e) Jika proses di dalam turbin adalah isentropic sepenuhnya, kirakan berapakah peratus peningkatan untuk kuasa kipas.

*If the process in the turbine is perfectly isentropic, calculate how much is the percentage of increase in the propeller power.*

**(5 markah/marks)**

- 0000000 -